"نشریه علوم زراعی ایران"
جلد بیست و چهارم، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۱

مقاله پژوهشی

DOR: 20.1001.1.15625540.1401.24.3.5.0

اثر تاریخ کاشت بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد ارقام کانولا (*Brassica napus* L.) در شرایط شمال خوزستان

Effect of sowing date on seed yield and yield components of canola (*Brassica napus* L.) cultivars in north Khuzestan conditions

سیداحمد کلانتراحمدی[1]

چکیده

کلانتراحمدی، س. ا. ۱۴۰۱. اثر تاریخ کاشت بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد ارقام کانولا (*Brassica napus* L.) در شرایط شمال خوزستان. **نشریه علوم زراعی ایران. ۲۴ (۳): ۲۸۴-۲۶۶.**

تعیین تاریخ کاشت مناسب گیاهان زراعی نقش مهمی در مدیریت زراعی مناسب و دست‌یابی به عملکرد مطلوب آن‌ها دارد. به‌منظور بررسی اثر تاریخ کاشت بر عملکرد ارقام کانولا، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده نواری در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به مدت دو سال زراعی (۹۸-۱۳۹۶) در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی صفی‌آباد دزفول اجرا شد. عامل عمودی شامل تاریخ کاشت در شش سطح (اول مهر، ۱۵ مهر، ۳۰ مهر، ۱۵ آبان، ۳۰ آبان و ۱۵ آذر) و عامل افقی شامل هفت رقم کانولا (آگامکس، هایولا۴۸۱۵، هایولا۵۰، هایولا۴۰۱، صفی۶، زابل۹ و زابل۱۳) بودند. نتایج نشان داد که دمای بالای ناشی از تأخیر در کاشت در طول دوره خورجین‌دهی و پر شدن دانه باعث کاهش تعداد خورجین در بوته وعملکرد دانه ارقام کانولا گردید. مقایسه میانگین‌ها در سال اول نشان داد که حداکثر تعداد خورجین در بوته (۵۱۳) به رقم زابل۱۳ و تاریخ کاشت اول مهر اختصاص داشت. حداقل تعداد خورجین در بوته (۸۸) نیز متعلق به همین رقم و تاریخ کاشت ۱۵ آذر بود. در سال دوم آزمایش بیشترین تعداد خورجین در بوته (۷۱۳) در تاریخ کاشت ۳۰ مهر متعلق به رقم صفی۶ بود. کمترین تعداد خورجین در بوته (۱۲۶) نیز در تاریخ کاشت ۱۵ آذر و رقم هایولا۴۰۱ ثبت شد. بیشترین عملکرد دانه (۳۲۴۴ کیلوگرم در هکتار) در سال اول به تاریخ کاشت ۳۰ مهر و رقم آگامکس اختصاص یافت. در سال دوم آزمایش نیز رقم هایولا۵۰ در تاریخ کاشت ۱۵ مهر بیشترین عملکرد دانه (۲۸۸۸ کیلوگرم در هکتار) را داشت. با توجه به اینکه رقم هایولا۵۰ در تجزیه پایداری عملکرد دانه، کمترین میانگین رتبه را داشت، بعنوان رقم برتر با بالاترین عملکرد دانه در تمام تاریخ‌های کاشت (به استثنای ۳۰ مهر)، شناخته شد و پس از آن به‌ترتیب رقم‌های آگامکس و زابل۹ قرار گرفتند. با توجه به اینکه رقم هایولا۵۰ کمترین انحراف معیار را از نظر عملکرد دانه داشت، بعنوان پایدارترین رقم شناخته شد. براساس نتایج این آزمایش، اوایل مهر ماه تا اواسط آبان به‌عنوان تاریخ کاشت مناسب کانولا برای شمال استان خوزستان قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: پایداری عملکرد دانه، پنجره تاریخ کاشت، تعداد خورجین در بوته، کانولا و محتوای روغن دانه

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۰۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۷/۲۰ این مقاله مستخرج از طرح تحقیقاتی شماره ۹۶۱۰۷-۰۳-۷۱-۲ مصوب موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر می‌باشد

۱- استادیار سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی صفی آباد دزفول
(پست الکترونیک: kalantar.ahmadi@gmail.com)

مقدمه

تغییرات آب و هوایی حاصل از گرمایش جهانی یک نگرانی در سراسر جهان محسوب می‌شود (Yerlikaya *et al*., 2020) و افزایش دمای هوا باعث کاهش عملکرد بسیاری از گیاهان زراعی شده است (Malhi *et al*., 2021). پیش‌بینی می‌شود که تا سال ۲۰۵۰ میانگین دمای جهانی هوا دو درجه سانتیگراد افزایش یافته و اثر منفی افزایش دما بر تولید محصولات کشاورزی باعث می‌شود که حدود ۵۰ میلیون نفر با خطر گرسنگی مواجه شوند (Yerlikaya *et al*., 2020).

کلزا یکی از مهم‌ترین گیاهان دانه روغنی در جهان است و افزایش دما بر مراحل فنولوژیک، عملکرد دانه و میزان روغن آن تاثیرگذار است (Pokharel *et al*., 2020). تاریخ کاشت نقش تعیین‌کننده‌ای در رشد گیاه کلزا دارد و مراحل گلدهی، خورجین‌دهی و پر شدن دانه نباید با گرمای انتهای فصل مواجه شوند (Kalantar Ahmadi and Daneshian, 2021; Aghdam *et al*., 2019). تاریخ کاشت مناسب و گلدهی زود هنگام باعث می‌شود که مراحل غنچه‌دهی و شروع گلدهی که تمایز و تکامل سلول‌های مولد خورجین انجام می‌گیرد، با شرایط محیطی مطلوب (دما، تابش و رطوبت) مصادف شده و باعث می‌شود که تعداد زیادی از سلول‌های مولد خورجین روی شاخه‌های اصلی و فرعی به مرحله باروری و تکامل برسند. در مقابل مواجه شدن مراحل زایشی با گرمای زود هنگام اواخر فصل و بادهای خشک و گرم، باعث کاهش تولید خورجین و عملکرد دانه می‌شود (Kalantar Ahmadi *et al*., 2014). بنابراین انتخاب تاریخ کاشت مناسب با توجه به ویژگی‌های آب و هوایی هر منطقه، یکی از عوامل مهم برای رسیدن به حداکثر عملکرد دانه در کلزا محسوب می‌شود (Young *et al*., 2004). انتخاب تاریخ کاشت مناسب در هر منطقه باید به گونه‌ای باشد که شرایط محیطی در طول فصل رشد برای گیاه بهینه و بدون مواجهه با تنش‌های محیطی باشد (Rahimi-Moghadam *et al*., 2019; Amiri *et al*., 2020; Robertson *et al*., 2004; Uzun *et al*., 2009). بنابراین لازم است واکنش ژنوتیپ‌ها نسبت به شرایط محیطی ارزیابی شود (Khayat *et al*., 2016) و شناسایی واکنش ژنوتیپ‌ها به تغییر تاریخ کاشت و تعیین ژنوتیپ‌های پرمحصول می‌تواند تاثیر قابل‌توجهی بر گسترش زراعت کلزا داشته باشد (Beheshti Monfard *et al*., 2020). گزارش شده است که عملکرد و کیفیت ژنوتیپ‌های کلزا در کشت پاییزه (مهر) در مقایسه با کشت زمستانه (بهمن) بیشتر است (Safavi Fard *et al*., 2018).

نتایج تحقیقات در کلزا نشان داده است که تعداد گل‌های تبدیل‌شده به خورجین عامل تعیین‌کننده عملکرد دانه بوده و عملکرد دانه کلزا به‌وسیله تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین و وزن دانه تعیین می‌شود (Pokharel *et al*., 2020; Gan *et al*., 2004). تولید مواد پرورده در طول دوره گرده‌افشانی تعیین‌کننده تعداد دانه در خورجین است، در حالی‌که وزن دانه به تداوم فتوسنتز و تولید مواد پرورده در طول دوره پس از گرده‌افشانی تا رسیدگی بستگی دارد (Gan *et al*., 2004; Morrison and Stewart, 2002). با توجه به اینکه اندام‌های زایشی کلزا تحت تأثیر منفی دمای بالای ۳۲ درجه سانتی‌گراد قرار می‌گیرند، رعایت تاریخ کاشت نقش مهمی در تکامل خورجین‌ها و دانه‌بندی دارد (Kalantarahmadi and Daneshian, 2021; Pokharel *et al*., 2020).

زراعت کلزا در استان خوزستان در تناوب با ذرت تابستانه انجام گرفته و این موضوع باعث می‌شود که به‌علت برداشت دیر هنگام ذرت در برخی مناطق، کاشت کلزا به موقع انجام نشود. در برخی مناطق نیز عدم کاشت محصولات تابستانه باعث می‌شود که کشاورزان نسبت به کشت زودهنگام کلزا اقدام کنند. بنابراین توجه به خصوصیات فنولوژیک گیاه جهت تطابق با شرایط مختلف محیطی و همچنین تعیین تاریخ

کاشت به عنوان عامل موثر در فنولـوژی گیـاه ضـروری بوده و تعیین تـاریخ کاشـت مناسـب و اثـرات ناشـی از تأخیر در کاشت و یا کشت زودهنگام کلـزا، از اهمیـت خاصی برخوردار است. این پژوهش بـا هـدف ارزیـابی رشـد و عملکـرد ارقـام جدیـد کـانولا در تـاریخ‌هـای مختلف کاشت و تعیین تـاریخ کاشـت مناسـب جهـت دستیابی به مناسب‌ترین عملکرد در شرایط اقلیمی شمال استان خوزستان اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شـده نـواری در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار بـه مـدت دو سال زراعی (۹۸-۱۳۹۶) در مرکز تحقیقـات و آمـوزش کشـاورزی و منـابع طبیعـی صـفی‌آبـاد دزفـول بـا عـرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۲۲ دقیقـه شـمالی، طـول جغرافیـایی ۴۸ درجـه و ۳۲ دقیقـه شرقی و ارتفاع ۸۲ متر از سطح دریـا اجرا شد. در این آزمایش تعداد هفت رقم کانولا داخلـی و خارجی (آگامکس، هـایولا۴۸۱۵، هـایولا۵۰، هـایولا۴۰۱، صفی۶، زابل۹ و زابل۱۳) در شش تاریخ کاشت (اول مهر، ۱۵ مهـر، ۳۰ مهـر، ۱۵ آبـان، ۳۰ آبـان و ۱۵ آذر) مـورد ارزیابی قـرار گرفتنـد. ویژگـی‌هـای ارقـام کـانولای مـورد ارزیابی در جدول یک ارائه شده است.

جدول ۱- ویژگی‌های ارقام کانولا مورد استفاده در آزمایش

Table 1. Properties of canola cultivars used in the experiment

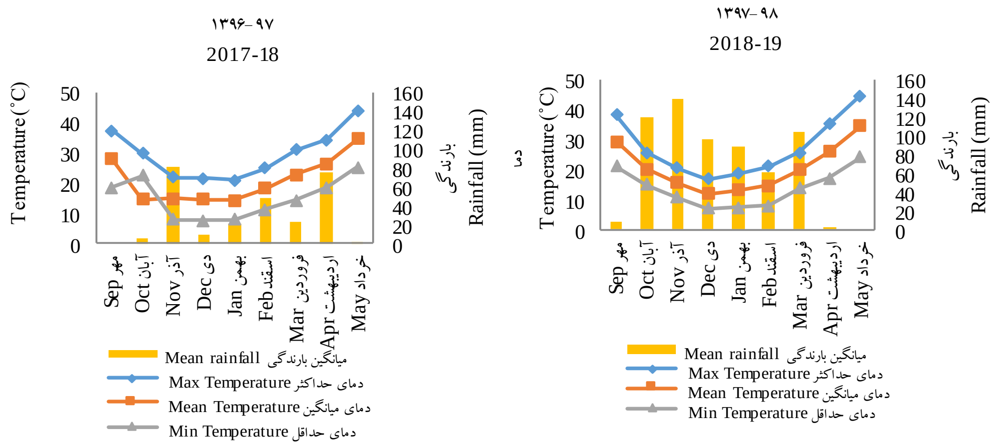
ارقام کانولا Canola cultivars	مبدا Origin	نوع گرده‌افشانی Type of pollination	تیپ رشد Growth type	کیفیت روغن Oil quality
Agamax	Germany	Hybrid	Spring	00
Hyola4815	Australia	Hybrid	Spring	00
Hyola50	Australia	Hybrid	Spring	00
Hyola401	Australia	Hybrid	Spring	00
Safi6	Iran	Open pollination	Spring	00
Zabol9	Iran	Open pollination	Spring	00
Zabol13	Iran	Open pollination	Spring	00

وضعیت دما و بارندگی در طـول دوره آزمـایش در شکل یک نشان داده شـده اسـت. خـاک محـل اجـرای آزمایش دارای بافـت لـومی -رسـی بـا اسـیدیته معـادل ۷/۶۴ و هدایت الکتریکـی ۰/۵۷ دسـی زیمـنس بـر متـر بود. نتایج تجزیه خاک نشان داد که محتـوی مـاده آلـی ۰/۷۲ درصد، فسفر ۸/۵ میلی‌گرم بر کیلـوگرم و پتاسـیم ۱۷۸میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. قبل از کاشت مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم از منبع سـولفات پتاسـیم و ۷۰ کیلوگرم در هکتار فسفر از منبع سوپر فسفات تریپـل بـه صورت به خاک داده شد. مقدار کود نیتـروژن مصـرفی نیز ۸۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره بود. کود نیتروژن در سه مرحله (یک سوم قبـل از کاشـت، یـک سـوم در مرحله ساقه رفتن و یک سوم در اوایل گلدهی) بـه‌طـور مساوی به خاک داده شـد. بـه‌منظور کنتـرل علـف‌هـای هـرز از علـف‌کـش تـرفلان بـه میـزان دو لیتـردر هکتـار به‌صورت پیش‌کاشت و خاک مصـرف اسـتفاده شـده و سپس با استفاده از فاروئر ردیف‌هـای کاشـت بـا عـرض ۷۵ سـانتیمتر ایجـاد شـدند. بـر اسـاس تحقیقـات انجـام شــده آرایــش کاشــت بــه‌صــورت دو ردیــف روی پشته ۷۵ سانتیمتری با تـراکم ۶۰ بوتـه در مترمربـع بـود. (Kalantar Ahmadi 2014a; Kalantar Ahmadi 2014b). عملیات داشت و کنترل علف‌هـای هـرز در طـول فصـل رشـد برحسـب نیـاز انجـام شـد. مسـاحت هـر کـرت آزمایشی ۱۲ متر مربع بود. آبیاری بر اساس ۷۰ میلی‌متـر تبخیر از سطح تشتک کلاس A و به‌صـورت جویچـه‌ای انجـام و در هـر نوبـت ۶۰۰ مترمکعـب آب در هکتـار

مصرف شد.

ثبت مراحل فنولوژیک بر اساس کدبندی سیلوستر- برادلی و میکپیس انجام شد (Sylvester-Bradley and Makepeace, 1984). برای اندازه‌گیری صفات ارتفاع بوته، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه، تعداد ۱۰ بوته از هر کرت به‌صورت تصادفی انتخاب و صفات مذکور اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری تعداد دانه در خورجین، ۱۰۰ عدد خورجین از ۱۰ بوته انتخابی جدا شده و دانه‌های آنها با استفاده از دستگاه بذر شمار الکتریکی شمارش شده و بعد از میانگین گیری، تعداد دانه‌ها در خورجین محاسبه شد. پس از حذف حاشیه (دو خط کناری هر کرت و یک متر ابتدا و انتهای هر کرت)، محصول شش متر مربع از هر کرت برداشت و عملکرد دانه اندازه‌گیری شد. جهت اندازه‌گیری میزان روغن دانه از هر کرت یک نمونه ۳۰ گرمی دانه انتخاب و با استفاده از روش NMR، میزان روغن دانه اندازه‌گیری شد.

برای ارزیابی یکنواختی واریانس خطاهای آزمایشی طی دو سال، از آزمون بارتلت استفاده شد و با توجه به اثبات غیریکنواختی خطاهای آزمایشی صفات مورد بررسی، تجزیه واریانس هر سال به‌طور جداگانه انجام شد. برای انجام تجزیه پایداری نیز در ابتدا میانگین عملکرد هر رقم برای هر تاریخ کاشت محاسبه و رتبه هر میانگین در تاریخ کاشت مورد نظر محاسبه گردید، به‌نحوی که به بالاترین عملکرد، رتبه یک و کمترین عملکرد رتبه آخر اختصاص یافت. در ادامه میانگین و انحراف معیار رتبه‌های کسب شده برای هر رقم و برای تمامی تاریخ‌های کاشت محاسبه و هر رقم که دارای کمترین انحراف رتبه بود، بعنوان پایدارترین رقم شناخته شد (Eskandari Torbaghan *et al.*, 2016). تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۲) انجام شد. مقایسه میانگین‌های برهمکنش تاریخ کاشت و رقم به روش برش‌دهی انجام و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون Lsmeans در سطح احتمال پنج درصد انجام شد (Soltani, 2006). رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel انجام شد.



شکل ۱- میانگین دما و بارندگی محل اجرای آزمایش (۹۸-۱۳۹۶)

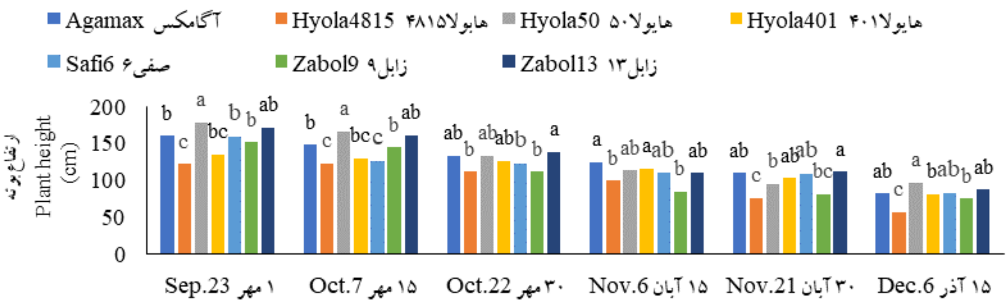
Fig. 1. Mean of temperature and rainfall at the experiment site (2017-19)

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که در سال اول اثر اصلی تاریخ کاشت، رقم و برهمکنش تاریخ کاشت و رقم بر ارتفاع بوته، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه

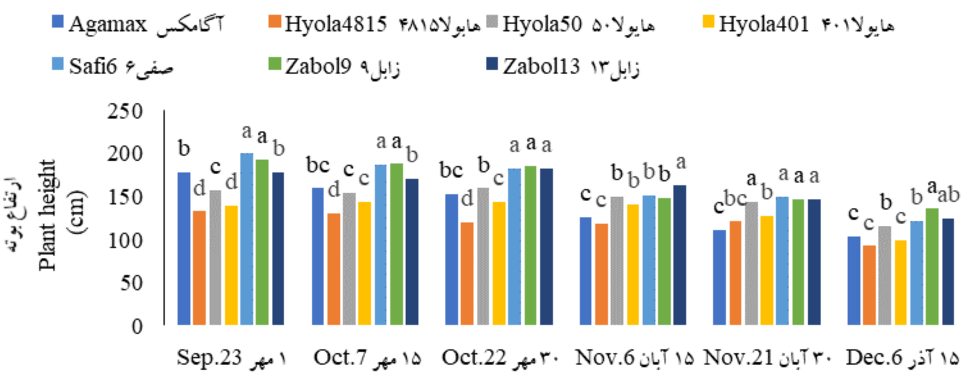
در خورجین، وزن هزار دانـه، عملکـرد دانـه و عملکـرد روغن معنی‌دار بود. اثر اصـلی تـاریخ کاشـت و رقـم بـر میزان روغن دانه نیز معنی‌دار بود. در سال دوم آزمـایش نیز اثر اصـلی تـاریخ کاشـت، رقـم و بـرهمکنش تـاریخ کاشت و رقم بر تمام صفات مورد مطالعه معنی‌دار بود.

نتایج مقایسه میانگین‌های برهمکنش تاریخ کاشت و رقم در سال اول نشان داد که بیشترین ارتفاع بوتـه (۱۷۹ سـانتی‌متر) در تـاریخ کاشــت اول (اول مهـر) بـه رقـم هـایولا۵۰ اختصـاص داشـت. رقـم هـایولا۵۰ در کلیـه تاریخ‌های کاشت از بیشترین ارتفاع بوته برخـوردار بـود (شکل ۲). کمترین ارتفاع بوته (۵۷/۵ سـانتی‌متر) نیـز در تاریخ کاشت آخر متعلق به رقم هایولا۴۸۱۵ بود (شـکل ۲). مقایسه میانگین‌های برهمکنش تاریخ کاشت و رقـم در سـال دوم نیـز نشـان داد کـه حـداکثر ارتفـاع بوتـه (۱۹۹/۳ سانتی‌متر) در تـاریخ کاشـت اول (اول مهـر) بـه رقم صفی۶ اختصاص یافت. کمترین ارتفاع بوتـه (۹۲/۵ سانتی‌متر) نیز در تاریخ کاشت آخر و رقم هـایولا۴۸۱۵ بدست آمد (شـکل ۳). بـه‌نظر می‌رسـد کـه بـا توجـه بـه اینکه دوره رویش گیاه در تاریخ کاشـت اول از عوامـل مسـاعدتر محیطـی ماننـد تـابش و دمـا برخـوردار بـوده، ارتفاع بوته نیز افـزایش یافتـه اسـت. میرالـز و همکـاران (Miralles *et al.*, 2001) کوتـاه‌تر شـدن دوره رشـد رویشـی را بعنـوان عامـل مـوثر کـاهش ارتفـاع بوتـه در کشت‌های تاخیری عنوان کردند، اما فنـایی و همکـاران (Fanaei *et al.*, 2005) اعـلام کردنـد کـه نقـش عوامـل ژنتیکی در این موضوع موثرتر است.



شکل ۲- برهمکنش تاریخ کاشت و رقم بر ارتفاع بوته ارقام کانولا (۹۷-۱۳۹۶)

Fig. 2. Interaction effect of sowing date × cultivar on plant height of canola cultivars (2017-18)

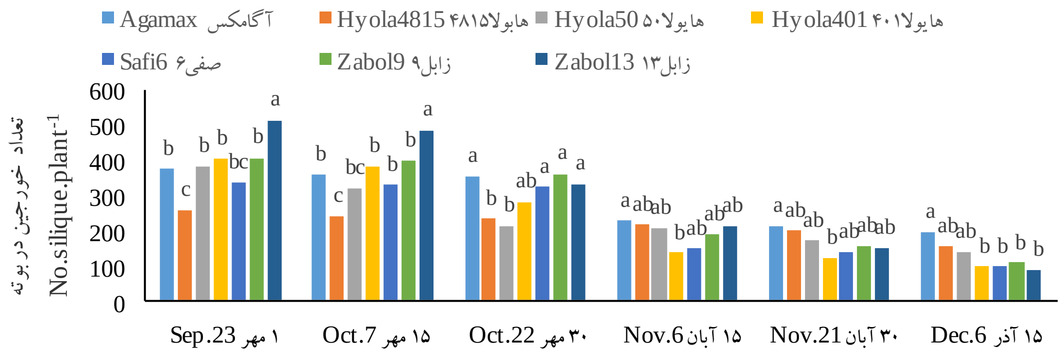


شکل ۳- برهمکنش تاریخ کاشت و رقم بر ارتفاع بوته ارقام کانولا (۹۸-۱۳۹۷)

Fig. 3. Interaction effect of sowing date × cultivar on plant height of canola cultivars (2018-19)

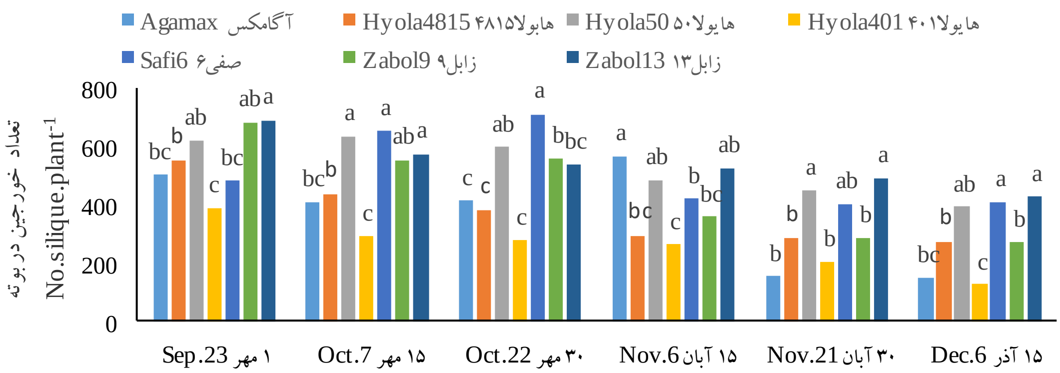
مقایسه میانگین‌های برهمکنش تاریخ کاشت و رقم در سال اول نشان داد که حداکثر تعداد خورجین در بوته (۵۱۳ خورجین) به ژنوتیپ زابل۱۳ و تاریخ کاشت اول مهرماه اختصاص یافت. حداقل تعداد خورجین در بوته (۸۸ خورجین) نیز متعلق به همین ژنوتیپ و تاریخ کاشت ۱۵ آذر بود (شکل ۴). در سال دوم آزمایش بیشترین تعداد خورجین در بوته (۷۱۳ خورجین) در تاریخ کاشت ۳۰ مهر متعلق به رقم صفی۶ بود. کمترین تعداد خورجین در بوته (۱۲۶ خورجین) نیز در تاریخ کاشت ۱۵ آذر و رقم هایولا۴۰۱ ثبت شد (شکل ۵). واکنش تعداد خورجین در بوته ارقام کانولا در سال دوم نسبت به سال اول آزمایش متفاوت بود و این موضوع نشان می‌دهد که علاوه بر تاثیر خصوصیات ژنتیکی ارقام بر صفت تعداد خورجین در بوته، شرایط آب و هوایی نیز بر این صفت اثر دارند. به‌طور کلی تعداد خورجین در بوته ارقام کانولا در تاریخ‌های مختلف کاشت در سال دوم آزمایش بیشتر از سال اول بود و این موضوع را می‌توان به دمای پایین‌تر در طول مرحله خورجین‌دهی ارقام در سال دوم در مقایسه با سال اول آزمایش نسبت داد (جدول ۲ و شکل ۶). شرایط دمایی در طول دوره گلدهی و خورجین‌دهی و همچنین پایداری دمای مطلوب از جمله عوامل موثر در فرایند تلقیح و تبدیل گل‌ها به خورجین می‌باشد. وقوع دمای بالا می تواند آثار مخربی بر مراحل زایشی کلزا داشته و باعث کاهش عملکرد و اجزای عملکرد شود (Zinn *et al*., 2010; Ahmad *et al*., 2021). دمای بالا (۳۰ درجه در روز و ۱۵ درجه در شب) در طول دوره گلدهی و خورجین‌دهی نیز به‌دلیل افزایش سقط گل‌ها و کاهش تعداد خورجین‌ها در بوته، باعث کاهش عملکرد دانه می‌شود (Gan *et al*., 2004). در آزمایش حاضر علاوه بر بیشتر بودن طول دوره خورجین‌دهی و پر شدن دانه در سال دوم، تعداد روزهای با دمای بالاتر از ۳۰ درجه سانتی‌گراد در طول دوره خورجین‌دهی و پر شدن دانه، نسبت به سال اول کمتر بوده و همین موضوع باعث افزایش تعداد خورجین در بوته در سال دوم گردید (شکل ۱). در شکل ۱ نشان داده شده است که در تاریخ‌های کاشت اول مهر تا ۱۵ آبان، تفاوت بین سال اول و دوم از نظر تعداد روز با دمای بالاتر از ۳۰ درجه بیشتر بود، اما در تاریخ‌های کاشت ۳۰ آبان و ۱۵ آذر، دو سال آزمایش از شرایط نسبتا مشابهی برخوردار بودند. علاوه بر کاهش طول دوره رشد درتاریخ‌های کاشت تاخیری، مصادف شدن مراحل دانه‌بندی با دمای بالای هوا در فروردین و اردیبهشت (شکل ۱) نیز باعث کاهش عملکرد دانه شدند. تعداد خورجین در بوته یکی از اجزای عملکرد دانه می‌باشد و بیشتر شدن آن باعث افزایش عملکرد دانه می‌شود. به‌طور کلی در سال اول آزمایش اکثر ارقام کانولا در کاشت‌های تاخیری (۱۵ آبان تا ۱۵ آذر) کاهش شدید تعداد خورجین در بوته را داشتند و با توجه به این موضوع می‌توان اظهار داشت که تأخیر در کاشت و گرمای انتهای فصل باعث محدودیت فیزیولوژیکی در طول دوره گلدهی شده و این موضوع مرتبط با رشد ضعیف گیاه و توسعه محدود برگ می‌باشد، بنابراین عرضه مواد پرورده به انتهای گل‌آذین محدود شده و باعث کاهش تعداد خورجین در بوته می‌شود (Kalantar Ahmadi *et al*., 2014b; Pouriesa *et al*., 2007).

مقایسه میانگین‌های برهمکنش تاریخ کاشت و رقم در سال اول آزمایش نشان داد که بیشترین تعداد دانه در خورجین (۳۲ عدد) در تاریخ کاشت اول مهر و رقم زابل۹ بدست آمد. کمترین تعداد دانه در خورجین (۱۹ عدد) نیز در تاریخ کاشت آخر (۱۵ آذر) به رقم هایولا۴۸۱۵ اختصاص یافت (شکل ۷). در سال دوم آزمایش نیز نتایج مشابه سال اول بود و رقم زابل۹ در تاریخ کاشت اول از بیشترین تعداد دانه در خورجین (۲۶ عدد) برخوردار بود (شکل ۸). رقم هایولا۴۸۱۵ که جزء زودرس‌ترین ارقام مورد آزمایش بود در تمام تاریخ‌های کاشت



شکل ۴- برهمکنش تاریخ کاشت و رقم بر تعداد خورجین در بوته ارقام کانولا (۹۷-۱۳۹۶)

Fig. 4. Interaction effect of sowing date × cultivar on number of silique.plant^{-1} of canola cultivars (2017-18)



شکل ۵- برهمکنش تاریخ کاشت و رقم بر تعداد خورجین در بوته ارقام کانولا (۹۸-۱۳۹۷)

Fig. 5. Interaction effect of sowing date × cultivar on number of siliqueplant^{-1} of canola cultivars (2018-19)

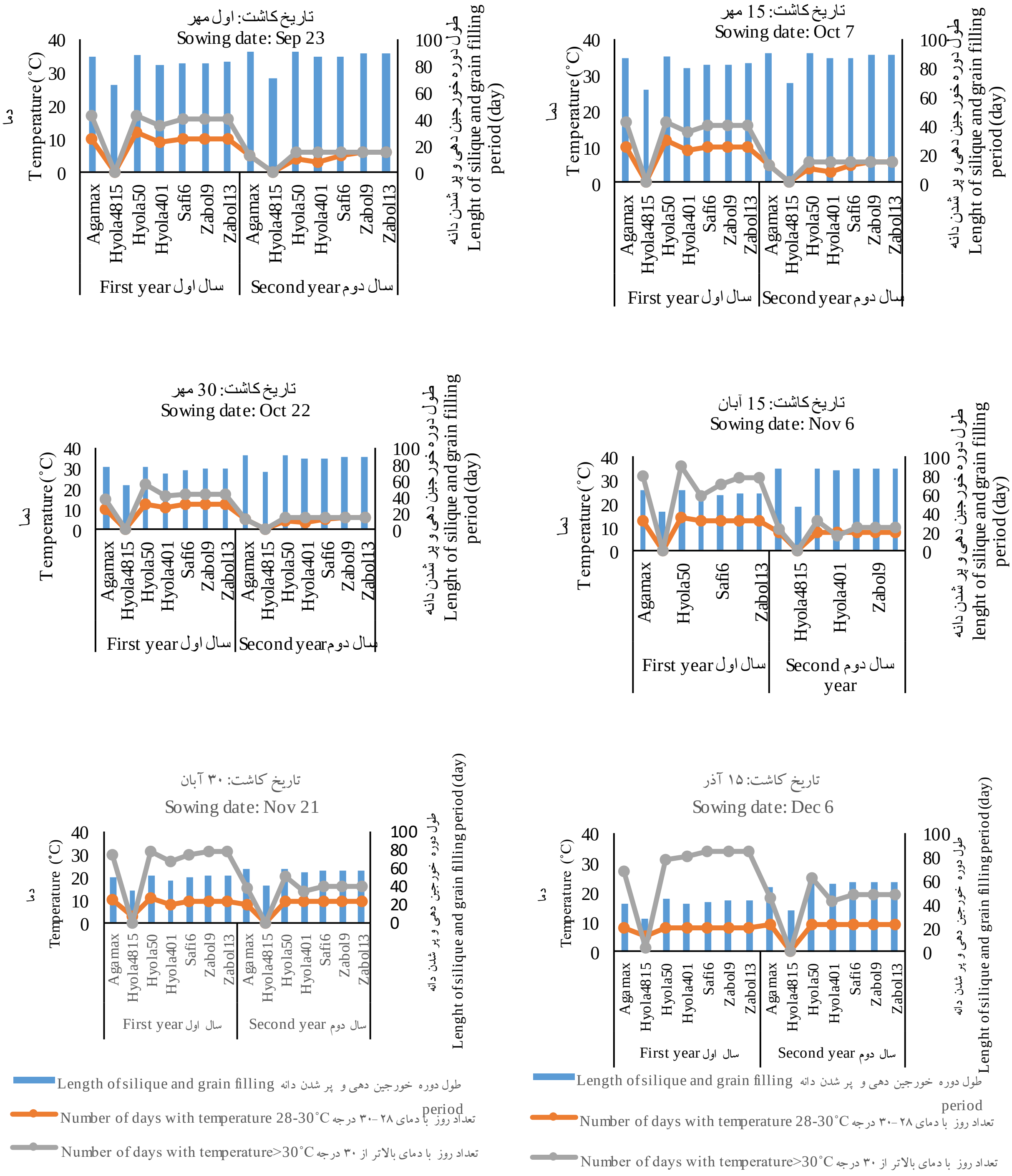
کمترین تعداد دانه در خورجین را داشت. تعداد دانه در خورجین از عوامل موثر و تعیین کننده عملکرد دانه بوده و هر عاملی که باعث افزایش تعداد دانه‌ها شود، باعث افزایش عملکرد دانهم ی‌شود. هرچند که تغییر تعداد دانه در خورجین بیشتر تحت تاثیر ویژگی‌های ژنتیکی است، اما در این آزمایش تاخیر در کاشت و تنش گرمای ناشی از آن باعث کاهش تعداد دانه در خورجین گردید. رائو و مندهام (Rao and Mendham, 1991) گزارش دادند که افزایش تعداد دانه در خورجین دارای محدودیت می‌باشد، زیرا ظرفیت تولید این جزء از عملکرد بیشتر تحت تاثیر عوامل ژنتیکی است. برخی از پژوهشگران گزارش داده‌اند که در تاریخ کاشت‌های مطلوب، بیشتر بودن تعداد خورجین در بوته باعث افزایش تعداد دانه در خورجین می‌شود (Pouriesa *et al.*, 2007)، اما سایر پژوهشگران اظهار کرده‌اند که تعداد خورجین در بوته با تاخیر در تاریخ کاشت کاهش می‌یابد، اما تعداد دانه در خورجین کمتر تحت تاثیر قرار می‌گیرد. علت این موضوع را می‌توان با تولید بیشتر خورجین در تاریخ‌های کاشت زودتر و یا عدم توانایی گیاه برای تولید بیشتر دانه در خورجین مرتبط دانست (Kalantar Ahmadi *et al.*, 2014b).

در سال اول آزمایش بیشترین وزن هزار دانه (۲/۷۳ گرم) در تاریخ کاشت اول (اول مهر) برای ارقام

جدول ۲- میانگین و حداکثر دمای هوا در طول دوره خورجین‌دهی و پر شدن دانه ارقام کانولا در تیمارهای تاریخ کاشت (۱۳۹۶-۹۸)

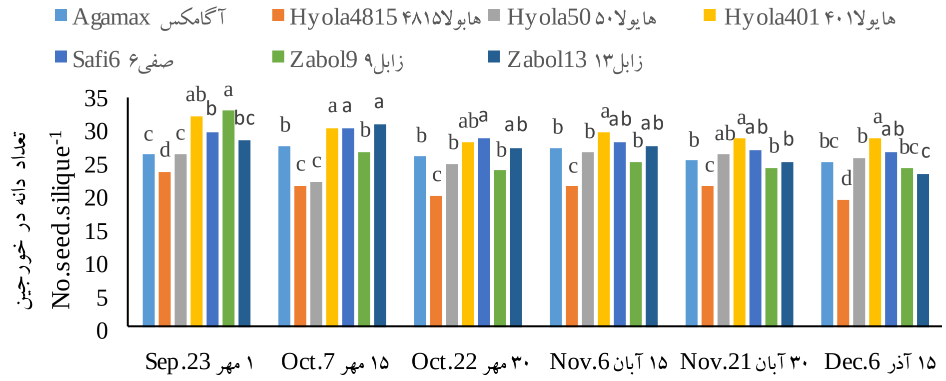
Table 2. Mean and maximum air temperature during silique formation and seed filling period of canola cultivars in sowing date treatments (2017-19)

		Canola cultivars ارقام کانولا													
		Agamax آگامکس		Hyola4815 هایولا۴۸۱۵		Hyola50 هایولا ۵۰		Hyola401 هایولا۴۰۱		Safi6 صفی ۶		Zabol9 زابل ۹		Zabol13 زابل۱۳	
تاریخ‌های کاشت Sowing dates	دما Temperature	۹۷-۱۳۹۶ 2017-18	۹۸-۱۳۹۷ 2018-19	۹۷-۱۳۹۶ 2017-18	۹۸-۱۳۹۷ 2018-19	۹۷-۱۳۹۶ 2017-18	۹۸-۱۳۹۷ 2018-19	۹۷-۱۳۹۶ 2017-18	۹۸-۱۳۹۷ 2018-19	۹۷-۱۳۹۶ 2017-18	۹۸-۱۳۹۷ 2018-19	۹۷-۱۳۹۶ 2017-18	۹۸-۱۳۹۷ 2018-19	۹۷-۱۳۹۶ 2017-18	۹۸-۱۳۹۷ 2018-19
اول مهر	Max	25.13	21.91	21.34	19.18	25.38	22.47	24.68	21.73	25.08	22.24	25.08	22.33	25.08	22.33
Sep. 23	Mean	17.98	15.83	14.78	13.28	18.27	16.33	17.55	15.66	17.93	16.18	17.93	16.25	17.93	16.25
۱۵ مهر	Max	24.02	22.17	19.93	19.17	28.31	22.76	26.32	22.19	27.16	22.66	27.16	22.84	27.16	22.84
Oct. 7	Mean	16.84	16.18	13	13.31	21	16.49	18.94	16.13	19.84	16.44	19.87	16.57	19.87	16.57
۳۰ مهر	Max	25.62	22.16	21.37	19.66	27.37	23.44	26.75	22.5	26.79	23.04	26.75	23.04	26.75	23.04
Oct. 22	Mean	18.34	16.44	14.79	13.62	20.08	16.98	19.42	16.35	19.42	16.68	19.44	16.68	19.44	16.68
۱۵ آبان	Max	30.29	23.44	20.68	19.54	31.06	24.07	27.9	22.99	30.16	23.6	30.55	23.6	30.55	23.6
Nov. 6	Mean	22.33	16.98	14.34	13.63	23.22	17.52	21.68	16.65	22.18	10.62	22.57	10.62	22.57	10.62
۳۰ آبان	Max	30.78	26.7	22.99	20.47	31.05	27.89	30.99	26.68	31.12	27.03	31.21	27.03	31.21	27.03
Nov. 21	Mean	22.76	19.92	16.33	14.45	23.06	21.01	23.09	20	23.16	20.23	23.25	20.23	23.25	20.23
۱۵ آذر	Max	31.15	27.84	24.53	20.68	31.82	29.4	31.61	27.36	31.98	27.75	31.86	27.75	31.86	27.75
Dec. 6	Mean	23.17	20.95	18.01	14.65	24.16	22.05	23.66	20.55	24.09	20.94	24.07	20.94	24.07	20.94



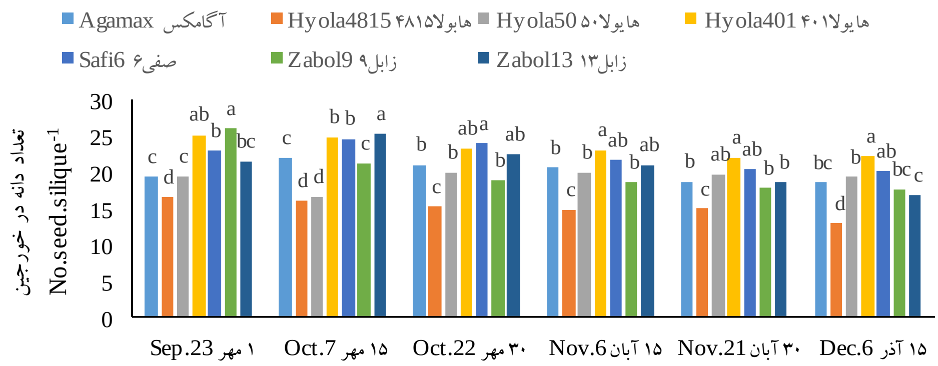
شکل ۶- میزان دما در طول دوره خورجین‌دهی و پر شدن دانه ارقام کانولا و تعداد روزهای با دمای بالاتر از دمای حداکثر (۳۰ درجه سانتی گراد) در تیمارهای تاریخ کاشت (سال اول: ۹۷-۱۳۹۶ و سال دوم: ۹۸-۱۳۹۷)

Fig. 6. Temperature during silique formation and seed filling period of canola cultivars and number of days with maximum temperature (30°C) in sowing dates treatments (First year: 2017-18 and Second year: 2018-19)



شکل ۷- برهمکنش تاریخ کاشت و رقم بر تعداد دانه در خورجین ارقام کانولا (۹۷-۱۳۹۶)

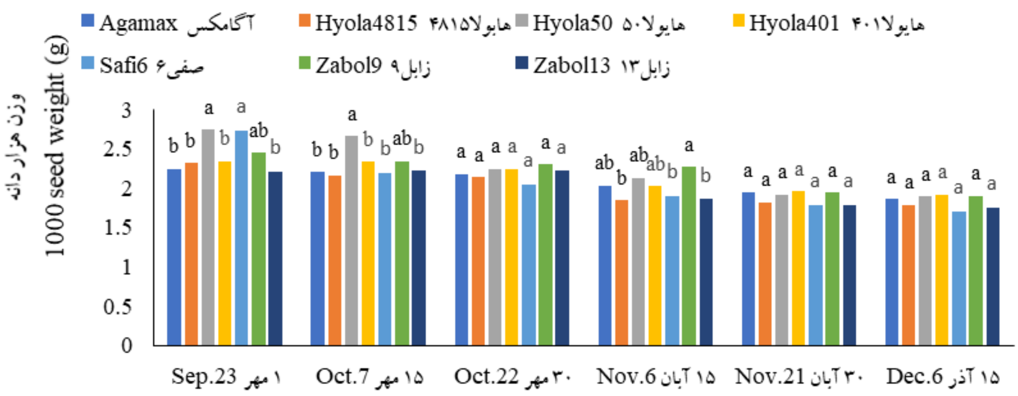
Fig. 7. Interaction effect of sowing date × cultivar on number of seed.silique^{-1} of canola cultivars (2017-18)



شکل ۸- برهمکنش تاریخ کاشت و رقم بر تعداد دانه در خورجین ارقام کانولا (۹۸-۱۳۹۷)

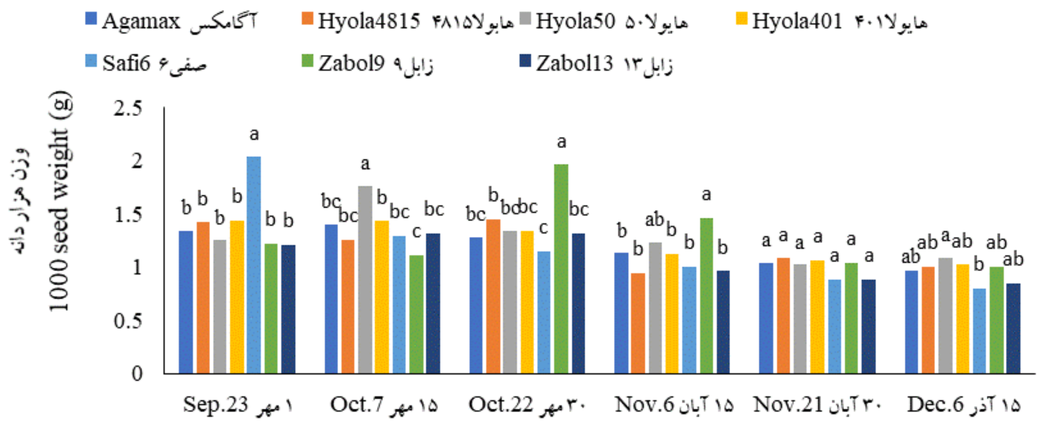
Fig. 8. Interaction effect of sowing date × cultivar on number of seed.silique^{-1} of canola cultivars (2018-19)

هایولا ۵۰ و صفی۶ و کمترین وزن هزار دانه (۱/۷ گرم) در تاریخ کاشت ۱۵ آذر و ژنوتیپ صفی۶ ثبت شد (شکل ۹). در سال دوم آزمایش نیز بیشترین وزن هزار دانه در تاریخ کاشت اول و ژنوتیپ صفی۶ بدست آمد (شکل ۱۰). کاهش بیشتر وزن هزار دانه ارقام کانولا در سال دوم نسبت به سال اول را می‌توان به بارندگی‌ها و بادهای شدید در مرحله پر شدن دانه در ماه فروردین (شکل ۱) نسبت داد که باعث غرقابی مزرعه و خوابیدگی شدید بوته‌ها شد. خوابیدگی بوته‌ها باعث تحریک گلدهی مجدد بوته‌ها و کاهش وزن هزار دانه ارقام کانولا شد. به‌نظر می‌رسد که کمتر بودن تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین در رقم صفی۶ در تاریخ کاشت اول باعث افزایش وزن هزار دانه آن شده باشد. میزان کاهش وزن هزار دانه در رقم صفی۶ با تاخیر در کاشت بیشتر از سایر ارقام بود. با توجه به اینکه وزن هزار دانه آخرین جزء از اجزای عملکرد دانه است، برای افزایش وزن هزار دانه باید شرایط محیطی لازم برای سرعت و مدت زمان پر شدن دانه فراهم شود. مصادف شدن مراحل پایانی رشد، به‌خصوص مرحله پر شدن دانه با دمای بالا در منطقه در کاشت‌های دیرهنگام باعث کاهش طول دوره پر شدن دانه و از دست رفتن زمان لازم برای انتقال مواد پرورده تولید شده به دانه شده و باعث کاهش وزن هزار دانه می‌شود (Tahmasebi *et al*., 2013).



شکل ۹- برهمکنش تاریخ کاشت و رقم بر وزن هزار دانه ارقام کانولا (۹۷-۱۳۹۶)

Fig. 9. Interaction effect of sowing date × cultivar on 1000 seed weight of canola cultivars (2017-18)

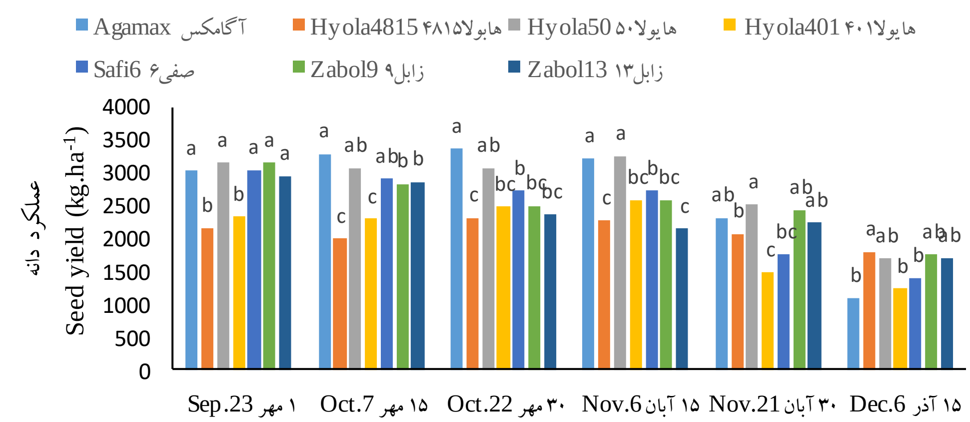


شکل ۱۰- برهمکنش تاریخ کاشت و رقم بر وزن هزار دانه ارقام کانولا (۹۸-۱۳۹۷)

Fig. 10. Interaction effect of sowing date × cultivar on 1000 seed weight of canola cultivars (2018-19)

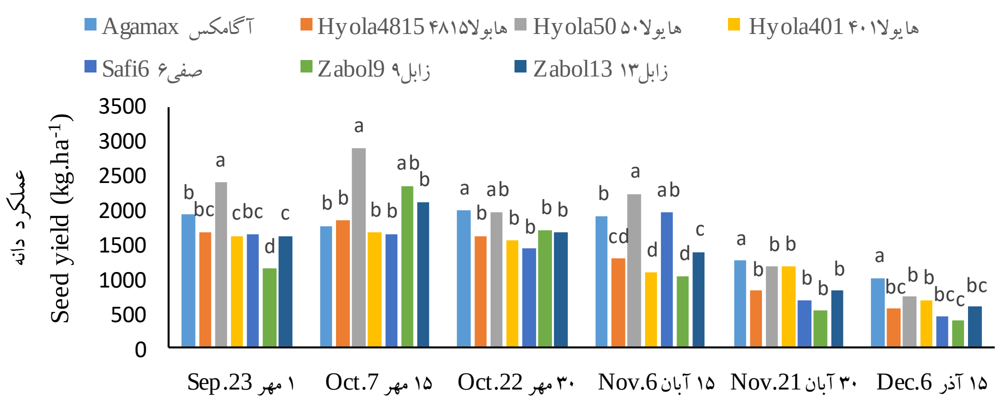
مقایسه میانگین‌های برهمکنش تاریخ کاشت و رقم در سال اول آزمایش نشان داد که حداکثر عملکرد دانه (۳۳۵۷ کیلوگرم در هکتار) در تاریخ کاشت ۳۰ مهر و رقم آگامکس بدست آمد. حداقل عملکرد دانه (۱۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) نیز به تاریخ کاشت ۱۵ آذر و رقم آگامکس اختصاص یافت (شکل ۱۱). در سال دوم آزمایش نیز بیشترین عملکرد دانه (۲۸۸۸ کیلوگرم در هکتار) در تاریخ کاشت ۱۵ مهر متعلق و رقم هایولا۵۰ بود. کمترین عملکرد دانه (۳۸۵ کیلوگرم در هکتار) نیز در تاریخ کاشت ۱۵ آذر و رقم زابل۹ ثبت گردید (شکل ۱۲). علی‌رغم عدم مصادف شدن دوره خورجین‌دهی و پر شدن دانه رقم هایولا۴۸۱۵ با دمای بالا، عملکرد دانه این رقم کمتر از سایر ارقام بود و این موضوع را می‌توان به پایین بودن پتانسیل عملکرد پایین این رقم نسبت داد. تغییرات آب و هوایی در دو سال آزمایش باعث تغییر عملکرد ارقام کانولا شد و عملکرد دانه اکثر ارقام در سال دوم کمتر بود. میزان کاهش عملکرد دانه رقم هایولا۵۰ در مقایسه با سایر ارقام کمتر بود (شکل ۱۲). به‌نظر می‌رسد که پایداری عملکرد دانه این رقم در مقابل تغییرات شرایط آب و هوایی نسبت به

سایر ارقام بیشتر بود. هر چند که در سال دوم آزمایش دما در طول دوره خورجین‌دهی و پر شدن دانه در مقایسه با سال اول کمتر بود (جدول ۴) و عملکرد دانه بیشتری انتظار می‌رفت، اما بارندگی‌های شدید (۱۰۴ میلی‌متر در دو روز متوالی) در اواخر فروردین در سال دوم آزمایش (شکل ۱) و همچنین وزش بادهای شدید، باعث خوابیدگی بوته‌ها، باز شدن خورجین‌ها در اثر نوسانات دمایی و ریزش دانه‌ها و کاهش عملکرد دانه شد. از طرف دیگر خوابیدگی بوته‌ها باعث تحریک فرآیند گلدهی مجدد بوته‌ها گردید که این موضوع نیز باعث کاهش وزن هزار دانه و عملکرد دانه شد. کلانتراحمدی و همکاران (Kalantar Ahmadi *et al.*, 2014a) اظهار داشتند که بوته‌های کلزا که دچار خوابیدگی بوته می‌شوند نه تنها به حالت اولیه خود برنمی‌گردند، بلکه فرآیند گلدهی نیز مجددا در آنها آغاز شده و گل‌های تازه تشکیل‌شده نه تنها اثر مثبتی بر عملکرد ندارند، بلکه به‌دلیل مصادف شدن با دمای بالا در شرایط خوزستان از بین رفته و دانه‌ای تولید نمی‌کنند. به عبارت دیگر مواد پرورده‌ای که باید صرف پر شدن دانه‌ها شوند به مصرف گل‌های تازه تشکیل‌شده می‌رسند و این موضوع کاهش عملکرد دانه را به‌دنبال دارد.



شکل ۱۱- برهمکنش تاریخ کاشت و رقم بر عملکرد دانه ارقام کانولا (۹۷-۱۳۹۶)

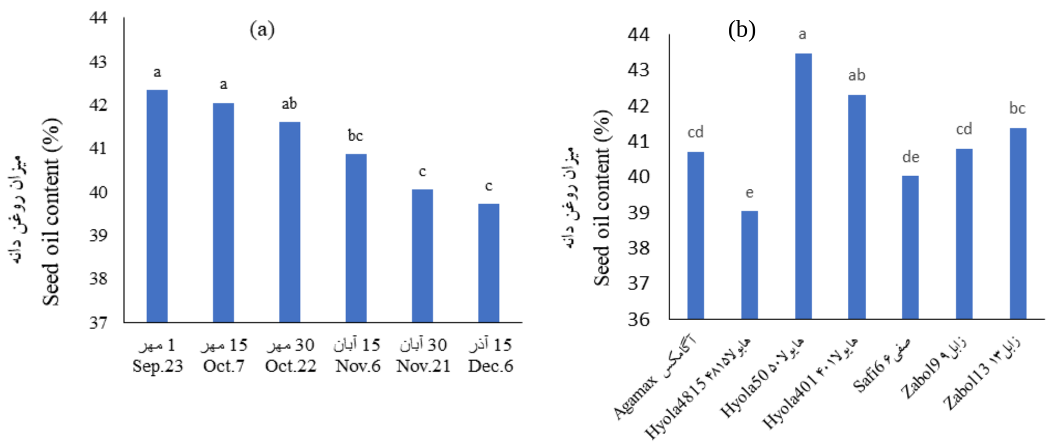
Fig. 11. Interaction effect of sowing date × cultivar on seed yield of canola cultivars (2017-18)



شکل ۱۲- برهمکنش تاریخ کاشت و رقم بر عملکرد دانه ارقام کانولا (۹۸-۱۳۹۷)

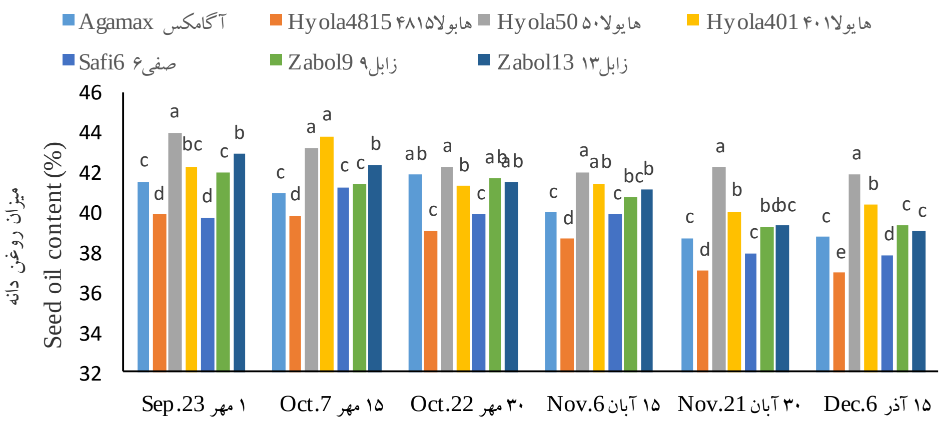
Fig. 12. Interaction effect of sowing date × cultivars on seed yield of canola cultivars (2018-19)

مقایسه میانگین‌های اثر ساده تاریخ کاشت در سال اول نشان داد که تاخیر در کاشت باعث کاهش میزان روغن دانه شد (شکل ۱۳a). بیشترین (۴۳ درصد) و کمترین (۳۹ درصد) میزان روغن دانه در سال اول آزمایش در ارقام هایولا ۵۰ و هایولا۴۸۱۵ ثبت شد (شکل ۱۳b). مقایسه میانگین‌های برهمکنش تاریخ کاشت و رقم در سال دوم آزمایش نیز نشان داد که رقم هایولا۵۰ در تاریخ کاشت اول (اول مهر) بالاترین میزان روغن (۴۴ درصد) را داشت (شکل ۱۴). رقم هایولا۴۸۱۵ نیز در کلیه تاریخ‌های کاشت کمترین میزان روغن دانه را داشت (شکل ۱۴). میزان روغن و ترکیب اسیدهای چرب تحت تاثیر دما در طول دوره پر شدن دانه قرار گرفته و افزایش دما در طول این دوره باعث کاهش میزان روغن دانه می‌شود (Pokharel *et al.*, 2020). تنش‌های محیطی از جمله دمای بالا در طول دوره پر شدن دانه از طریق کاهش تولید مواد پرورده برای تولید تری اسیل گلیسرول‌ها (Pokharel et al., 2020) و همچنین کاهش فعالیت‌های مربوط به بیوسنتز چربی‌ها (Baud and Lepiniec, 2010)، باعث کاهش میزان



شکل ۱۳- اثر تاریخ کاشت (a) و رقم (b) بر میزان روغن دانه ارقام کانولا (۹۷-۱۳۹۶)

Fig. 13. Effects of sowing date (a) and cultivar (b) on seed oil content of canola cultivars (2017-18)

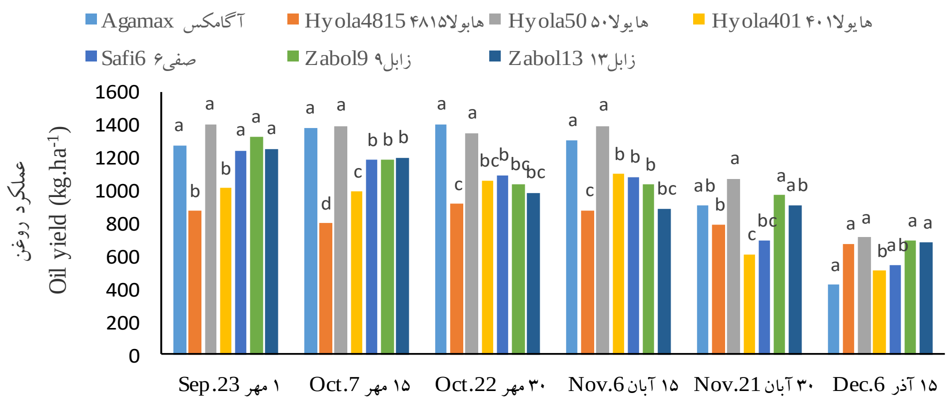


شکل ۱۴- برهمکنش تاریخ کاشت و رقم بر میزان روغن دانه ارقام کانولا (۹۸-۱۳۹۷)

Fig. 14. Interaction effect of sowing date × cultivar on seed oil content of canola cultivars (2018-19)

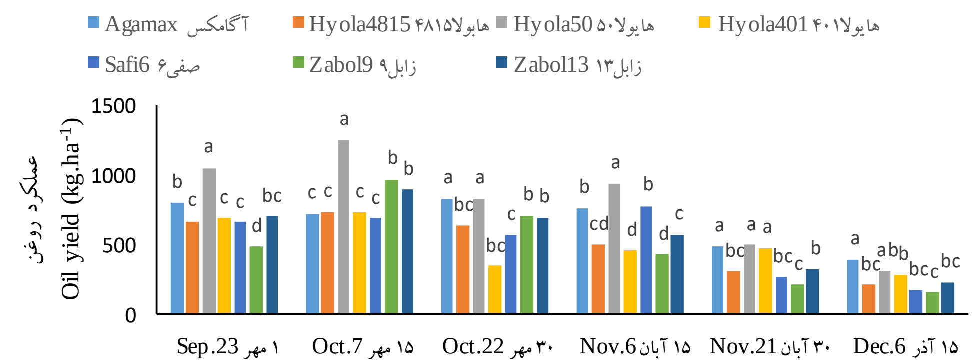
روغن دانه می‌شود (Farooq *et al.*, 2017). تنش گرما نیز به‌دلیل اختلال در بیوسنتز روغن، باعث کاهش میزان روغن می‌شود (Baud and Lepiniec, 2010). در آزمایش حاضر نیز تاخیر در کاشت به‌دلیل کاهش طول دوره پر شدن دانه، باعث کاهش میزان روغن دانه شد. شرایط اقلیمی و تاریخ کاشت بر میزان روغن تاثیر گذار هستند و توان تولید گیاه به تطابق مراحل رشد و نمو آن با شرایط محیطی وابسته است. تفاوت در محتوای روغن دانه در ارقام کانولای مورد ارزیابی را می‌توان به تفاوت‌های ژنتیکی آنها نسبت داد. بالاترین میزان روغن در یک ژنوتیپ ممکن است مربوط به ساختار ژنتیکی آن بوده و تاثیر عوامل محیطی بر میزان روغن در مقایسه با سایر صفات کمتر است (Kalantar Ahmadi *et al.*, 2014b).

مقایسه میانگین‌های برهمکنش تاریخ کاشت و رقم در سال اول نشان داد که حداکثر عملکرد روغن (۱۴۰۴ کیلوگرم در هکتار) در تاریخ کاشت اول مهر به رقم هایولا ۵۰ اختصاص داشت. حداقل عملکرد روغن (۴۲۵ کیلوگرم در هکتار) نیز در تاریخ کاشت ۱۵ آذر و رقم آگامکس ثبت شد (شکل ۱۵). بر اساس مقایسه میانگین‌های برهمکنش تاریخ کاشت و رقم در سال دوم آزمایش نیز بیشترین عملکرد روغن (۱۲۴۷ کیلوگرم در هکتار) متعلق به تاریخ کاشت ۱۵ مهر و رقم هایولا ۵۰ بود. کمترین عملکرد روغن (۱۵۱ کیلوگرم در هکتار) در تاریخ کاشت ۱۵ آذر به رقم زابل ۹ اختصاص داشت (شکل ۱۶). تاخیر در کاشت



شکل ۱۵- برهمکنش تاریخ کاشت و رقم بر عملکرد روغن دانه ارقام کانولا (۹۷-۱۳۹۶)

Fig. 15. Interaction effect of sowing date × cultivar on oil yield of canola cultivars (2017-18)



شکل ۱۶- برهمکنش تاریخ کاشت و رقم بر عملکرد روغن دانه ارقام کانولا (۹۸-۱۳۹۷)

Fig. 16. Interaction effect of sowing date × cultivar on oil yield of canola cultivars (2018-19)

جدول ۳- نتایج تجزیه پایداری عملکرد دانه ارقام کانولا با استفاده از روش ناپارامتری رتبه‌ای (RANK)

Table 3. Results of stability analysis of seed yield of canola cultivars using non-parametric method (RANK)

		Sowing dates تاریخ‌های کاشت							
Canola cultivars	ارقام کانولا	اول مهر Sep. 23	۱۵ مهر Oct. 7	۳۰ مهر Oct. 22	۱۵ آبان Nov. 6	۳۰ آبان Nov. 21	۱۵ آذر Dec. 6	میانگین رتبه Rank	انحراف معیار Standard deviation
Agamax	آگامکس	2469 (2)	2526 (3)	2671 (1)	2558 (2)	1788 (2)	1058 (5)	2.5	1.37
Hyola4815	هایولا۴۸۱۵	1920 (7)	1915 (7)	1971 (7)	1781 (6)	1444 (5)	1180 (2)	5.6	1.9
Hyola50	هایولا۵۰	2767 (1)	2976 (1)	2514 (2)	2738 (1)	1843 (1)	1216 (1)	1.1	0.4
Hyola401	هایولا۴۰۱	1975 (6)	1979 (6)	2015 (6)	1838 (4)	1334 (6)	965 (6)	5.6	0.8
Safi6	صفی۶	2341 (3)	2276 (5)	2073 (4)	2336 (3)	1228 (7)	927 (7)	4.8	1.8
Zabol9	زابل۹	2144 (5)	2587 (2)	2101 (3)	1810 (5)	1486 (4)	1070 (4)	3.8	1.1
Zabol13	زابل۱۳	2285 (4)	2484 (4)	2017 (5)	1770 (7)	1528 (3)	1145 (3)	4.3	1.5

اعداد داخل پرانتز رتبه هر رقم در تاریخ کاشت‌های مورد نظر می‌باشند و اعداد کمتر نشان دهنده عملکرد بالاتر هستند. اعداد خارج پرانتز میانگین عملکرد دانه ارقام کانولا در دو سال آزمایش می‌باشند

Figures insides the parentheses refer to mean rank of each cultivar in different sowing dates and lower number shows higher yield. Figures outsides the parentheses indicate the mean of seed yield of canola cultivars during two years

هم کاهش میزان روغن و هم کاهش عملکرد دانه را به‌دنبال داشت و باعث کاهش عملکرد روغن شد. کاهش عملکرد روغن ارقام کانولا در تاریخ‌های مختلف کاشت در سال دوم در مقایسه با سال اول را می‌توان به کاهش بیشتر عملکرد دانه در سال دوم آزمایش نسبت داد.

بر اساس نتایج تجزیه پایداری، رقم هایولا ۵۰ کمترین میانگین رتبه را داشته و به‌عنوان رقم برتر که از بالاترین عملکرد دانه در تمام تاریخ‌های کاشت (به استثنای تاریخ کاشت ۳۰ مهر) برخوردار بود، شناخته شد و پس از آن به‌ترتیب ارقام آگامکس و زابل۹ در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند (جدول ۵). از نظر پایداری نیز با توجه به اینکه ژنوتیپ هایولا ۵۰ از کمترین انحراف معیار برخوردار بود، به‌عنوان پایدارترین ژنوتیپ انتخاب شد و پس از آن به‌ترتیب ژنوتیپ‌های هایولا۴۰۱ و زابل۹ قرار گرفتند (جدول ۳).

نتیجه‌گیری

دست‌یابی به عملکرد دانه مطلوب نیازمند سازگاری گیاه با عوامل محیطی از جمله دما و بارندگی است که این موضوع تحت تاثیر تاریخ کاشت و واکنش ژنوتیپ‌های گیاهی نسبت به تاریخ کاشت می‌باشد. در آزمایش حاضر در سال اول تاریخ‌های کاشت اول تا چهارم (اول مهر تا ۱۵ آبان) برای کلیه ارقام کانولای مورد آزمایش مناسب‌ترین زمان کاشت بودند و تأخیر در کاشت (۳۰ آبان و ۱۵ آذر) باعث کاهش عملکرد دانه شد. در سال دوم روند مشابهی برای کلیه ارقام مشاهده نشد و ارقام هایولا ۵۰، زابل۹ و زابل۱۳ در تاریخ کاشت دوم (۱۵ مهر) عملکرد دانه بالاتری داشتند و همانند سال اول با تأخیر در کاشت (۳۰ آبان و ۱۵ آذر)، عملکرد دانه آنها کاهش یافت. با توجه به کشت‌های تابستانه در شمال خوزستان و برداشت دیرهنگام محصولات آنها، امکان کاشت زودهنگام (مهر ماه) کانولا در تمام اراضی امکان پذیر نیست، در نتیجه به‌منظور قرارگیری کانولا در تناوب زراعی منطقه، تاریخ کاشت ۳۰ مهر تا ۱۵ آبان قابل توصیه است. لازم به ذکر است که کاشت کانولا در اوایل تا اواسط مهر نیاز به آبیاری بیشتری نیز دارد. بین ارقام کانولای مورد ارزیابی نیز رقم هایولا ۵۰ در هر دو سال آزمایش از عملکرد دانه مناسب‌تری برخوردار بود و می‌توان آن‌را برای کشت در منطقه توصیه نمود.

سپاسگزاری

بدینوسیله از همکاری و مساعدت مسئولین محترم مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر و مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی صفی‌آباد دزفول جهت اجرای این طرح تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع مورد استفاده

References

Aghdam, A. M, S. Sayfzadeh, A. S. Rad, S. A. Valadabadi and H. R. Zakerin .2019. The assessment of water stress and delay cropping on quantitative and qualitative traits of rapeseed genotypes. Ind. Crops Prod. 131: 160-165.

Ahmad, M., E. A. Waraich, A. Tanveer and M. Anwar-ul-Haq. 2021. Foliar applied thiourea improved physiological traits and yield of camelina and canola under normal and heat stress conditions. J. Soil Sci. Plant Nutr. 21:1666-1678.

Amiri, S. R., R. Deihimfard and H. Eyni-Nargeseh. 2020. Toward dormant seeding of rainfed chickpea as an adaptation strategy to sustain productivity in response to changing climate. Field Crops Res. 247: 1-12.

Baud, S. and L. Lepiniec. 2010. Physiological and developmental regulation of seed oil production. Prog. Lipid Res. 49(3): 235-249.

Beheshti Monfared, B., G. Noormohamadi, A. H. Shirani Rad and E. Majidi Heravan. 2020. Effects of sowing date and chitosan on some characters of canola (*Brassica napus* L.) genotypes. J. Crop Sci. Biotech. 23:65–71.

Eskandari Torbaghan, M., S. H. Neamati and A. L. Tehranifar. 2016. Stability analysis of seed yield in safflower genotypes. Appl. Field Crops Res. 29 (4): 106-118. (In Persian with English abstract).

Fanaei, H. R., G. H. Keykha, H. Akbari Moghaddam, S. Modarress Najafabadi and M. R. Naruoierad. 2005. Effects of planting method and seed rate on yield and yield components of rapeseed Hyola401 hybrid in Sistan condition. Seed Plant J. 21(3): 399-409. (In Persian with English abstract).

Farooq, M., N. Gogoi, S. Barthakur, B. Baroowa, N. Bharadwaj, S. S. Alghamdi and K. H. M. Siddique. 2017. Drought stress in grain legumes during reproduction and grain filling. J. Agron. Crop Sci. 203(2): 81-102.

Gan, Y., S. V. Angadi, H. Cutforth, D. Potts, V. V. Angadi and C. L. McDonald. 2004. Canola and mustard response to short periods of temperature and water stress at different developmental stages. Can. J. Plant Sci. 84(3): 697–704.

Kalantar Ahmadi, S. A., A. Ebadi and S. A. Siadat. 2014b. Canola cultivars response to sowing date in north Khouzestan conditions. J. Crop Prod. Proc. 4 (14): 123-131. (In Persian with English abstract).

Kalantar Ahmadi, S. A., A. Ebadi, S. A. Siadat and H. Tavakoli Hasanklou. 2014a. Effects of heat stress due to changing of sowing date on grain yield of rapeseed cultivars in north Khouzestan conditions. Iran. J. Crop Sci. 16: 1-15. (In Persian with English abstract).

Kalantarahmadi, S. A., A. Ebadi, S. A. Siadat and H. Tavakoli Hasanaklou. 2014. Effect of heat stress due to sowing date on grain yield of rapeseed cultivars in north Khuzestan conditions in Iran. Iran. J. Crop Sci. 16(1): 62-76. (In Persian with English abstract).

Kalantarahmadi, S. A. and J. Daneshian. 2021. Effects of foliar application of ascorbic acid, salicylic acid and methanol on physiological traits and reducing the damage caused by delayed sowing date in canola. J. Crop Improv. 23 (2): 377-392. (In Persian with English abstract).

Khayat, M., A. Rahnama, S. Lorzadeh and S. Lack. 2016. Physiological indices, phenological characteristics and trait evaluation of canola genotypes response to different planting dates. Proc. Natl. Acad. Sci., India, Sect. B Biol. Sci. 88:153–163.

Malhi, G. S., M. Kaur and P. Kaushik. 2021. Impact of climate change on agriculture and its mitigation strategies: A review. Sustainability. 13(3): 1-21.

Miralles, D. J ., B. C. Ferro and G. A. Slafer. 2001. Developmental responses to sowing date in wheat, barley and rapeseed. Field Crops Res. 71(3): 211-223.

Morrison, M. J. and D. W. Stewart. 2002. Heat stress during flowering in summer *Brassica*. Crop Sci. 42(3):

797–803.

Pouriesa, M., M. Nabipour and R. Mamaghani. 2007. Some phonological traits of canola cultivars under four planting dates and their correlation with yield and yield components. Sci. J. Agric. 30 (1): 51-62. (In Persian with English abstract).

Rahimi-Moghaddam, S., J. Kambouzia and R. Deihimfard. 2019. Optimal genotype × environment × management as a strategy to increase seed maize productivity and water use efficiency in water-limited environments and rising temperature. Ecol. Indic. 107:1-16.

Rao, M. and N. Mendham. 1991. Comparison of chinoli (*B. compestris* subs. *oleifera*, subsp. *chinesis*) and *B. napus* oilseed rape using different growth regulators, plant population, densities and irrigation treatments. J. Agric. Sci. 177 (3): 177-187.

Robertson M. J., J. F. Holland and R. Bambach. 2004. Response of canola and Indian mustard to sowing date in the grain belt 157 of north-eastern Australia. Aust. J. Exp. Agric. 44: 43-52.

Safavi Fard N, H. Heidari Sharifabad, A. H. Shirani Rad, E. Majidi Heravan and J. Daneshian. 2018. Effect of drought stress on qualitative characteristics of canola cultivars in winter cultivation. Ind. Crop Pro. 114:87–92.

Soltani, A. 2006. Revision of Statistical Methods in Agricultural Research. JDM Press. (In Persian).

Sylvester-Bradley, R. and R. J. Makepeace. 1984. Code for stages of development in oilseed rape (*Brassica napus* L.). Aspect. Appl. Biol. 6: 399-418.

Tahmasebi, G., S. A. Siadat, M. M. Pour Siabidi and R. Naseri. 2013. Effect of planting dates on seed yield and vegetative traits of rapeseed cultivars in Ilam region. J. Crop Ecophysiol. 7 (3): 241-258. (In Persian with English abstract).

Uzun, B., U. Zengin, S. Furat and O. Akdesir. 2009. Sowing date effects on growth, flowering, seed yield and oil content of canola cultivars. Chem. Asian J. 21: 1957-1965.

Pokharel, M., A. Chiluwal, M. Stamm, D. Min, D. Rhodes and S. K. Jagadish. 2020. High night-time temperature during flowering and pod filling affects flower opening, yield and grain fatty acid composition in canola. J. Agron. Crop Sci. 206 (5): 579-596.

Yerlikaya, B. A., S. Ömezli and N. Aydoğan. 2020. Climate change forecasting and modeling for the year of 2050. *In:* Environment, Climate, Plant and Vegetation Growth. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-49732-3_5

Young, L. W., R. W. Wilen and P. C. Bonham Smith. 2004. High temperature stress of *Brassica napus* during flowering reduces micro and megagametophyte fertility induces fruit abortion and disrupts seed production. J. Exp. Bot. 55 (396): 485-495.

Zinn, K. E., M. Tunc-Ozdemir and J. F. Harper. 2010. Temperature stress and plant sexual reproduction: uncovering the weakest links. J. Exp. Bot. 61:1959-1968.

Effect of sowing date on seed yield and yield components of canola (*Brassica napus* L.) cultivars in north Khuzestan conditions

Kalantar Ahmadi, S. A.[1]

ABSTRACT

Kalantar Ahmadi. S. A. 2021. Effect of sowing date on seed yield and yield components of canola (*Brassica napus* L.) cultivars in north Khuzestan conditions. **Iranian Journal of Crop Sciences. 24(3): 266-284. (In Persian).**

Determination of optimum sowing date plays an important role in crop management and achieving the higher yield. To study the effectof sowing date on seed yield of canola cultivars, a filed experiment was carried out as strip split plot block arrangement in randomized completed block design with three replications in 2017-18 and 2018-19 cropping seasons at Safiabad Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Dezful, Iran. Vertical factors consisted of six levels of sowing date (23rd September, 07th October, 22nd October, 06th November, 21st November and 06th December), and horizontal factors were seven canola cultivars (Agamx, Hyola4815, Hyola50, Hyola401, Safi6, Zabol9 and Zabol13). Results showed that high temperature, due to the delay in sowing date, during the silique stage and grain filling period led to a reduction in the number of silique per plant and seed yield. In 2017-18, mean comparison of sowing date × cultivar interaction effect revealed that the highest number of siliques per plant (513.5 silique.plant^{-1}) belonged to Zabol-13 in 23rd September sowing date , and the lowest (88.5 silique.plant $^{-1}$) to Zabol13 in sowing date 06th December. In 2018-19, the highest number of siliques per plant (713.67 silique.plant^{-1}) was counted in 22nd October sowing date and Safi6, and the lowest (126.24 silique.plant^{-1}) belonged to Hyola401 in 06th December sowing date. The highest seed yield (3244 kg.ha^{-1}) belonged to Agamax in 22nd October sowing date in2017-18 cropping season. Hyola50 had the highest seed yield (2888 kg.ha^{-1}) in 7th October sowing date in 2018-19 cropping season. Seed yield stability anlysis showed that Hyola50 had the lowest mean rank and identified with thehighest seed yield and yield stability in all sowing dates (except .22nd October) followed by Agamax and Zabol9, respectively. In conclusion, 23rd September - 06th November can be recommended as optimum sowing date window for canola production in the north Khuzestan conditions in Iran.

Key words: Canola, Seed oil content, Seed yield stability, Silique number.plant^{-1} and Sowing date window

---

Received: July, 2022 Accepted: October, 2022

1. Assistant Prof., Safiabad Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO) (Corresponding author) (Email: kalantar.ahmadi@gmail.com)